

# ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO Y CROMATOGRFÍA GASEOSA EN CERÁMICA ARQUEOLÓGICA DEL NORDESTE DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT (PATAGONIA ARGENTINA)

## CARBON AND NITROGEN STABLE ISOTOPIC ANALYSES AND GAS CHROMATOGRAPHY IN ARCHAEOLOGICAL POTTERY OF THE NORTHEAST OF CHUBUT PROVINCE (ARGENTINIAN PATAGONIA)

GÓMEZ OTERO, JULIETA<sup>I</sup> CONSTENLA, DIANA<sup>II</sup> Y SCHUSTER, VERÓNICA<sup>III</sup>

ORIGINAL RECIBIDO EL 15 DE OCTUBRE DE 2012 • ORIGINAL ACEPTADO EL 10 DE DICIEMBRE DE 2013

### RESUMEN

El registro arqueológico del nordeste de la provincia del Chubut (costa marina y valle inferior del río Chubut) señala que el área estuvo ocupada desde por lo menos siete mil años atrás por cazadores recolectores que explotaron la costa, el río y las mesetas adyacentes. Durante esos milenios el espectro alimenticio habría sido amplio y mixto (marino-terrestre) acorde con las variaciones paleoclimáticas y estacionales en la oferta de recursos, así como también con circunstancias históricas a partir de la irrupción de los europeos en la región. Hacia 1500-1000 AP se habría adoptado la tecnología cerámica, cuya implementación se vincularía con un proceso de intensificación en el aprovechamiento de plantas. A los fines de contrastar esta hipótesis se presentan los resultados de análisis de isótopos estables de carbono 13 y nitrógeno 15 y de cromatografía gaseosa de residuos orgánicos (adheridos y absorbidos) en tiestos cerámicos de distintos sitios hallados en el área. Estos datos se discuten de manera integrada con información obtenida a partir de estudios arqueofaunísticos, tecnológicos, bioarqueológicos y análisis isotópicos en restos humanos y alimentos.

PALABRAS CLAVE: Isótopos estables; Cromatografía; Cerámica; Arqueología; Patagonia argentina.

### ABSTRACT

The archaeological record of the Northeastern Chubut Province (marine coast and the lower Chubut River valley) indicates that the area have been occupied since at least seven thousand years ago by hunters-gatherers who exploited the marine coast, the valley and the arid terrestrial environment. During those millenia the diet was ample and mixed (terrestrial-marine), in accordance with paleoclimatic and resource seasonal variations, as well as with historical circumstances since the European invasion. Ceramic technology was adopted *circa* 1500-1000, probably due to a plant intensification process. In order to contrast this hypothesis, we present the results of <sup>13</sup>C and <sup>15</sup>N stable isotope studies and gaseous chromatography analyses on organic residues in ceramic samples from different sites of the study area. We also compare and discuss this data with archaeofaunal, technological and bioarchaeological information.

KEYWORDS: Stable isotopes; Chromatography; Pottery; Archaeology; Argentinean Patagonia.

<sup>I</sup> CONICET • CENTRO NACIONAL PATAGÓNICO • UNIVERSIDAD DE LA PATAGONIA "SAN JUAN BOSCO". BVARD. BROWN 2915 (CP 9120), PUERTO MADRYN, CHUBUT, ARGENTINA • E-MAIL: julietagomezotero@yahoo.com.ar

<sup>II</sup> CONICET • PLANTA PILOTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, UNS. CAMINO LA CARRINDANGA KM 7 (CP 8000), BAHIA BLANCA, BUENOS AIRES, ARGENTINA • E-MAIL: dconstenla@plapiqui.edu.ar

<sup>III</sup> CONICET • CENTRO NACIONAL PATAGÓNICO • UNIVERSIDAD DE LA PATAGONIA "SAN JUAN BOSCO". BVARD. BROWN 2915 (CP 9120), PUERTO MADRYN, CHUBUT, ARGENTINA • E-MAIL: veroschus@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

Para conocer la alimentación de las poblaciones cazadoras-recolectoras del pasado y sus variaciones a través del tiempo la arqueología recurre a diversas líneas de evidencia que se complementan unas con otras. La información más directa (si bien, como todas, sesgada por procesos de formación de sitio y postdeposicionales) proviene de análisis arqueofaunísticos, arqueobotánicos y de isótopos estables ( $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$ ) en esqueletos humanos. Otros datos, aunque indirectos, pueden ser aportados por estudios sobre la tecnología (lítica, cerámica, ósea, malacológica, vegetal), la salud bucal y el estado nutricional de esas antiguas poblaciones, así como por fuentes etnográficas regionales. A estos se agregan nuevos abordajes metodológicos de reciente aplicación, entre ellos análisis de residuos orgánicos adheridos y absorbidos en cerámica y estudios genéticos de fibras animales y vegetales.

En el caso específico de la alimentación de los antiguos cazadores-recolectores del nordeste de la provincia del Chubut, se pudo conocer que durante los últimos siete mil años estos grupos mantuvieron una relación estrecha con el ambiente litoral e interactuaron frecuentemente con el interior adyacente (Gómez Otero 2006, 2007). Análisis arqueofaunísticos, tecnológicos e isotópicos en esqueletos humanos ( $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$ ) indican que antes de la irrupción de los europeos en la región, el espectro alimenticio habría sido en general amplio y acorde con las variaciones paleoclimáticas y estacionales en la oferta de recursos (Gómez Otero 2007). La dieta predominante era mixta (marina-terrestre) e incluía guanacos, moluscos, plantas y pinnípedos como alimentos principales, complementados con aves, peces, crustáceos y pequeños mamíferos. El choique o avestruz petiso de la Patagonia, a pesar de ser el ave terrestre más grande de la región y la de mayor aporte nutricional, no parece haber tenido importancia antes del período posthispanico porque está muy poco representado en los contextos arqueofaunísticos, excepto por

sus huevos. Los estudios isotópicos además señalaron dos aspectos: por un lado, la relevancia de las plantas en la alimentación; por otro, diferencias en la proporción de recursos marinos, que en algunos individuos alcanzaron más del 60%, en otros un tercio y en otros su proporción fue muy baja. La máxima dispersión de dietas con componente marino fue de 90 kilómetros hacia el interior. A partir del contacto hispano-indígena, la dieta fue tornándose básicamente terrestre, siendo los principales alimentos guanacos, choiques, ganado introducido (caballos y vacunos) e hidratos de carbono refinados (Gómez Otero 2007).

Sobre la base de estas evidencias se ha hipotetizado que la práctica de la molienda junto con el uso de la cerámica se vincularían con una intensificación en el aprovechamiento de plantas. Esta intensificación se vincularía con un proceso de incremento demográfico gradual, reducción de la movilidad residencial y aumento incipiente de la complejidad social (Gómez Otero 2006). A los fines de contrastar esta hipótesis, en este trabajo se presenta información obtenida a partir de estudios de análisis isotópicos y de cromatografía gaseosa de residuos orgánicos adheridos y absorbidos en restos cerámicos procedentes de distintos sitios del nordeste de la provincia del Chubut (costa y valle inferior del río Chubut). A su vez, estos resultados se discuten de manera integrada con datos arqueofaunísticos, bioarqueológicos, isotópicos ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en restos humanos y en recursos alimenticios regionales), y con información concerniente a la organización de la tecnología cerámica en el área (Schuster 2011).

## CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL ÁREA

El área de estudio comprende el sector costero entre la localidad Rincón de Elizalde (Golfo San Matías Oeste) y la margen norte del río Chubut, y también incluye el valle inferior de este río (en adelante VIRCH) desde

su desembocadura hasta unos 90 km hacia el interior (FIGURA 1). Esta región, de clima árido y vegetación arbustiva y esteparia, se caracteriza por la abundante oferta de leña y arcillas aptas (sedimentitas del Terciario) para la elaboración de la tecnología cerámica, que según Schuster (2011) habría sido de desarrollo local. También se destaca la diversidad en la oferta de alimentos. Entre las plantas, los principales géneros comestibles son del tipo  $C_3$ ; entre ellos, el alpataco (*Prosopis alpataco*), el algarrobillo (*Prosopis denudens*) y el macachín (*Arjona tuberosa*), presentan alto contenido en carbohidratos. Otros recursos como el piquillín (*Condalia mycophilla*) y las plantas del tipo CAM, representadas por las cactáceas de los géneros *Opuntia* y *Maihueniopsis*, proveen vitaminas y minerales. Los principales animales terrestres son el guanaco (*Lama guanicoe*),

el choique (*Pteronemia pennata*) y mamíferos menores como la mara (*Dolichotis australis*), el peludo (*Chaetophractus villosus*), el piche (*Zaedyus pichi*), cánidos (*Pseudalopex* spp.), félidos (*Oncifelis* spp.) y pequeños roedores (cricétidos y ctenómidos). Los recursos marinos son abundantes y variados: moluscos (cefalópodos, gasterópodos y bivalvos), crustáceos, diversos peces cartilaginosos y óseos, aves como los pingüinos (*Spheniscus magellanicus*) y cormoranes (*Phalacrocorax* spp.). Hay también mamíferos marinos, destacándose los lobos marinos de un pelo (*Otaria flavescens*), los elefantes marinos (*Mirounga leonina*), y la ballena franca austral (*Eubalaena australis*). En el valle inferior del río Chubut se agregan recursos fluviales, como percas (*Percichthys trucha*), aves acuáticas y el coipo (*Myocastor coypus*), que es un roedor de alrededor de 10 kg de peso.

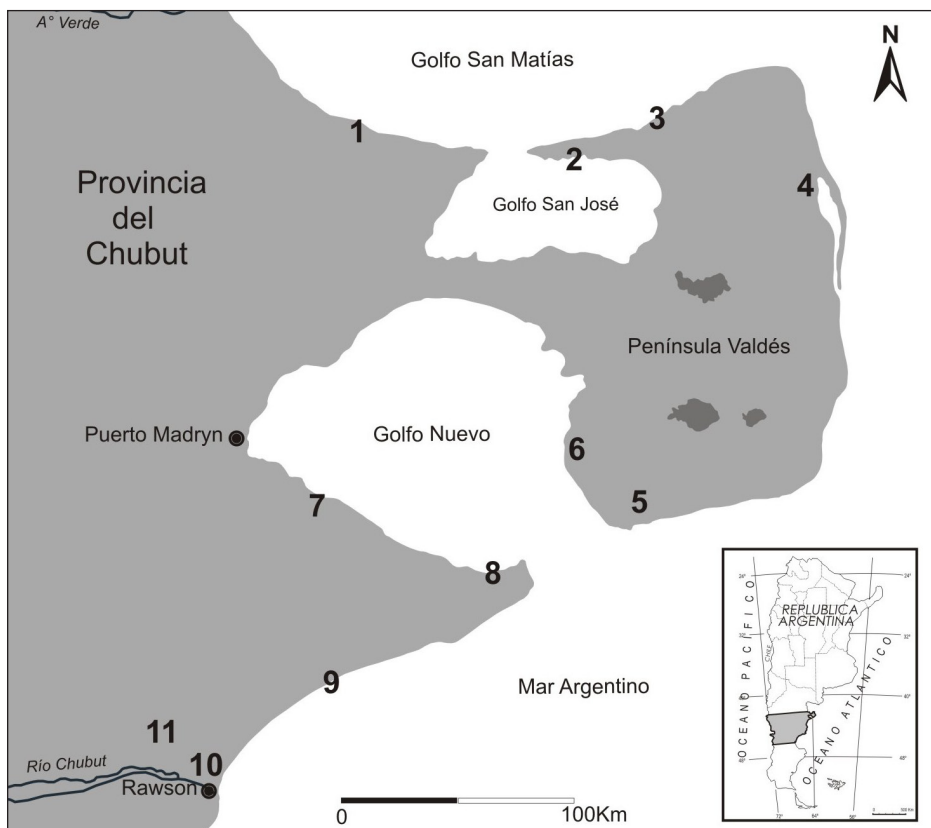


FIGURA 1 • SITIOS CERÁMICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO MENCIONADOS EN ESTE TRABAJO. REFERENCIAS: 1 (RINCÓN DE ELIZALDE 3), 2 (SAN ROMÁN 1), 3 (EL PROGRESO 2), 4 (BAJO NORTE 2), 5 (LA AZUCENA 2), 6 (LAS OLLAS 1), 7 (CERRO AVANZADO), 8 (BAHÍA CRACKER 5), 9 (BAJO DE LOS HUESOS), 10 (VIRCH-RAWSON) Y 11 (CINCO ESQUINAS 1).

## ANTECEDENTES

### LA CERÁMICA: ANTIGÜEDAD, MORFOLOGÍA Y FUNCIONALIDAD

En el área de estudio se registraron 1.325 fragmentos cerámicos distribuidos en 38 sitios arqueológicos, todos de superficie (Gómez Otero 2006; Schuster 2011, Schuster y Gómez Otero 2009). Estos materiales fueron examinados a través de distintas técnicas y métodos: estudios macroscópicos, microscópicos y de difracción de rayos X (Bouza *et al.* 2007; Schuster 2009, 2010 2011; Schuster y Gómez Otero 2009). También se aplicaron otras vías de análisis tales como el diagnóstico por imágenes radiográficas (Schuster y Banegas 2010; Schuster *et al.* 2013), trabajos experimentales (Gómez Otero *et al.* 1996) y análisis isotópicos ( $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$ ) de adherencias orgánicas (Gómez Otero 2007; Schuster 2011). A partir de ellos se pudo obtener un conocimiento sobre distintos aspectos de la organización de la tecnología cerámica en el nordeste de la provincia de Chubut.

Las piezas son en su mayoría esferoides y ovaloides (*sensu* Shepard 1995), de boca restringida, bordes rectos y bases cóncavas indiferenciadas. Con menor frecuencia se registraron bordes con refuerzo externo, cuellos y asas (Schuster 2011). Las vasijas fueron elaboradas por enrollamiento y en menor medida por modelado (Schuster y Banegas 2010; Schuster *et al.* 2013), mientras que la cocción fue de tipo mixta (oxidante-reductora), presumiblemente realizada a cielo abierto o con cobertura parcial. A partir de la composición de las pastas, que muestran predominio de materiales arcillosos de la zona, se infirió que esta tecnología tuvo un desarrollo local (Schuster 2011). No obstante, también se registraron fragmentos y recipientes de forma y decoración diferentes, lo que sugiere su posible manufactura en otras áreas, por ejemplo el centro de Chile (Schuster 2011). Se interpretó que esta tecnología habría estado vinculada con actividades domésticas (Schuster 2011; Schuster y

Gómez Otero 2009). Los rasgos tecnológicos y morfológicos de las piezas indican usos multifuncionales: cada recipiente habría sido apto para cubrir una amplia gama de funciones como preparar, almacenar y/o cocinar alimentos por hervor o guisado (Schuster 2011). Se dataron dos contextos cerámicos. Uno pertenece al sitio Ecocentro Fogón 3 (costa del golfo Nuevo), que dio una edad convencional de  $850 \text{ años} \pm 150 \text{ }^{14}\text{C años AP}$  para una muestra de valvas (AC 1753, corrección por  $\delta^{13}\text{C}$ :  $-20.10 \text{ ‰}$ ; sin corrección para el Efecto Reservorio) (Gómez Otero 2006). El otro contexto corresponde al sitio Cinco Esquinas 1 Sector 3 (VIRCH), que arrojó una edad convencional de  $1500 \pm 90 \text{ }^{14}\text{C años AP}$  para carbón de un fogón sobre el que apoyaban restos cerámicos (LP-2282, corrección por  $\delta^{13}\text{C}$ :  $-24 \text{ ‰} \pm 2$ ) (Gómez Otero *et al.* 2010).

### ESTUDIOS ISOTÓPICOS Y DE AG EN CERÁMICA ARQUEOLÓGICA

Los análisis de isótopos estables en el país comenzaron a ser aplicados en trabajos arqueológicos hace poco más de una década, concentrándose especialmente en el estudio de muestras de huesos o dientes humanos que indican el promedio de la dieta de un individuo en los últimos años de su vida (para Patagonia continental ver Barberena 2002; Favier Dubois *et al.* 2009; Fernández y Panarello 1988-1990; Gómez Otero 2007; Martínez *et al.* 2009; Moreno *et al.* 2011; Tessone *et al.* 2009; entre otros). Sin embargo, casi no se han analizado adherencias orgánicas en cerámica excepto en trabajos de Gómez Otero (2006, 2007) y de Schuster (2011) que informan sobre el contenido de  $^{13}\text{C}$  de muestras del área de estudio y del norte de Santa Cruz. En cuanto a los AG en residuos orgánicos, se cuenta con estudios de muestras del litoral fluvial bonaerense (Pérez Meroni *et al.* 2010), la cuenca del río Salado (Frére *et al.* 2010; González 2005; González y Frére 2002, 2009), y una muestra de la cuenca del río Limay, provincia de Neuquén (Vitores 2010).

## METODOLOGÍA

Como se consignó en el apartado anterior, la función de una pieza cerámica puede ser estimada a través de diversos atributos como la morfología, el volumen, el tamaño, el tratamiento de la superficie, la decoración, entre otros (Rice 1987). Sin embargo, un aspecto importante a considerar es que no se puede determinar fehacientemente la función de una vasija solamente por la forma. Una de las vías de aproximación al uso de una pieza cerámica es la exploración de la presencia de huellas o rastros de utilización (Skibo 1992); no obstante, en conjuntos cerámicos con un alto grado de fragmentación como el que nos ocupa, a veces no es posible. Otra vía es el estudio de las adherencias orgánicas macroscópicas y/o absorbidas por la matriz cerámica (Skibo 1992) que se realiza a partir de tres técnicas: análisis de fósforo, isótopos estables de  $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$ , e identificación de ácidos grasos (en adelante AG). Las técnicas más aplicadas para la determinación de AG (saturados e insaturados) son la cromatografía gaseosa (Skibo 1992) y/o la espectrometría de masas (Evershed 2008, Heron y Evershed 1993). En trabajos recientes (Evershed *et al.* 2002) se ha usado también la combinación GC-C-IRMS (*gas chromatography – combustion-isotope ratio mass spectrometry*), que implica el empleo de un cromatógrafo asociado a un espectrómetro. Esta nueva metodología determina los valores  $\delta^{13}\text{C}$  de los ácidos grasos  $\text{C}_{16:0}$  y  $\text{C}_{18:0}$  para conocer el origen de los lípidos absorbidos en vasijas arqueológicas. En este trabajo se aplicaron análisis de isótopos de  $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$  en adherencias carbonizadas y de cromatografía gaseosa en residuos absorbidos.

### ANÁLISIS ISOTÓPICOS DE CARBONO Y NITRÓGENO

Los residuos orgánicos adheridos a tios cerámicos representan evidencias directas de su uso, aunque se estima que sólo del o los últimos episodios de procesamiento previos a su descarte (Morton y Schwarcz

2004). Experimentos culinarios realizados por Hastorf y DeNiro (1985) sugieren que tales restos -generalmente amorfos y altamente carbonizados- serían el resultado de cocinar sopas espesas o pastas. Según estos autores la carbonización es el factor esencial que permite la resistencia a la diagénesis y la preservación de su composición isotópica (y quizás también química). Sin embargo, los análisis isotópicos tienen sus limitaciones. En primer lugar, no todos los contextos cerámicos contienen tios con adherencias orgánicas; en segundo lugar, estos residuos suelen corresponder a una mezcla heterogénea de alimentos y pueden haber sufrido alteración térmica, degradación y diversas clases de contaminación antes y después de su deposición (Craig *et al.* 2007; Hart *et al.* 2007). En este sentido, es importante destacar que los ambientes áridos como el del área de estudio facilitan la preservación de estas adherencias carbonizadas (Evershed 2008). Por último, hay que considerar que los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de diferentes biomoléculas varían considerablemente; en consecuencia, aunque dos residuos deriven del mismo organismo, el rico en proteínas presentará un valor más enriquecido en carbono 13 que el abundante en lípidos. A su vez, una muestra rica en lípidos marinos puede tener un valor en  $\delta^{13}\text{C}$  similar a otra con alto contenido de proteínas terrestres, mientras que los valores de lípidos de animales terrestres alimentados con plantas  $\text{C}_3$  pueden superponerse con los de las plantas  $\text{C}_3$  (Craig *et al.* 2007).

Bender (en Morton y Schwarcz 2004) calculó valores promedio de carbono 13 en plantas:  $-28,3 \pm 2,0$  ‰ para las  $\text{C}_3$ , de  $-13,8 \pm 1,4$  ‰ para las  $\text{C}_4$ , mientras que las CAM -dependiendo de las condiciones climáticas- pueden oscilar entre esos promedios. Sobre la base del error analítico en la variación natural en carbono 13 de las plantas  $\text{C}_3$ , Morton y Schwarcz (2004) estiman en  $-24$  ‰ el mínimo valor de  $\delta^{13}\text{C}$  indicativo de plantas  $\text{C}_4$  en un residuo; es decir, un 4 ‰ mayor que la media para la presencia de plantas  $\text{C}_3$  y sus consumidores ( $-21$  ‰). Por su parte, la media de  $-28$



‰ sería prueba de la ausencia de plantas  $C_4$ . Los valores para la carne de los herbívoros terrestres tienden a estar apenas enriquecidos en carbono 13 respecto de las plantas: la media esperada para herbívoros consumidores de plantas  $C_3$  es de  $-25,7 \pm 1,8$  ‰; para los que se alimentan de plantas  $C_4$  este valor debería ser más alto. Análisis realizados sobre carne y músculo de peces de agua dulce indicaron un valor promedio de  $-26,2 \pm 2,7$  ‰, que no difiere significativamente de la media obtenida de la carne de los herbívoros (Morton y Schwarcz 2004).

Para discriminar con más exactitud el origen terrestre, marino o dulceacuícola de los alimentos es recomendable medir isótopos de otros elementos, como el de nitrógeno 15, que sólo está presente en un número limitado de biomoléculas, preferentemente proteínas (Craig *et al.* 2007). A medida que se asciende en la cadena trófica el enriquecimiento de los isótopos de nitrógeno es un buen indicador de las clases de recursos consumidos. Este método puede ser particularmente útil para identificar productos acuáticos dado que las proteínas de organismos marinos y dulceacuícolas están generalmente enriquecidas en  $^{15}N$  en comparación con aquellas de organismos terrestres (Schoeninger *et al.* 1983). Morton y Schwarcz (2004) aplicaron este criterio para diferenciar productos animales de productos vegetales en adherencias orgánicas asociadas con cerámica prehistórica de Ontario, Canadá. No obstante, Hart *et al.* (2007) recomiendan que los datos isotópicos sean integrados con la información obtenida de los macrovestigios y microvestigios (fitolitos) botánicos y de los análisis de ácidos grasos. Para ello se debe contar con bases de datos de la ecología isotópica regional para contrastar con los valores obtenidos de los residuos. En este trabajo se utilizan valores de referencia de los principales recursos vegetales y animales de la costa de Patagonia central aportados por Ciancio *et al.* (2008), Forero *et al.* (2004) y Gómez Otero (2007) (TABLA 1). En esta tabla los valores de colágeno (Gómez Otero 2007) fueron corregidos a valores de músculo de

acuerdo con Newsome *et al.* (2004), quienes determinaron que este tejido está empobrecido en cuatro partes por mil respecto del colágeno. También se efectuó la calibración de los valores de los recursos actuales, ya por que se encuentran empobrecidos en una parte por mil en relación con los anteriores a la era industrial (“Efecto Suess”).

En total se analizaron nueve muestras de adherencias carbonizadas sobre paredes internas: dos (VIRCH-Rawson y La Azucena 2) fueron estudiadas por el Dr. Robert Tykot de la University of South Florida (USA) (Gómez Otero 2007); las demás, por las Licenciadas Susana Valencio y Estela Ducós del INGEIS-CONICET (Buenos Aires). Sólo se indagó la presencia de nitrógeno 15 en las muestras VIRCH-Rawson y Bajo Norte 2 (1) (TABLA 2).

#### CROMATOGRAFÍA GASEOSA

Las paredes de las piezas cerámicas pueden absorber residuos orgánicos sin que necesariamente estos queden adheridos o carbonizados superficialmente. De la fracción orgánica de los organismos vivos los lípidos -comúnmente llamados ácidos grasos (en adelante AG)- son los que presentan mayor potencial de preservación. Los lípidos varían según la clase de animal o de vegetal, pudiendo existir compuestos que son peculiares a determinados grupos de alimentos (Fankhauser 1994). Si bien este tipo de estudios no permite identificar de manera absoluta el origen de los residuos, la categorización de la composición de AG puede ser correlacionada con los recursos potenciales que han sido almacenados o cocinados en las piezas (Evershed 2008; Malainey *et al.* 1999). Los componentes obtenidos a través de estos análisis deben ser identificados por medio de la comparación con estándares de referencia. Al respecto se cuenta con varios estudios realizados a muestras de flora y fauna en el nivel mundial: Evershed *et al.* (2008); Malainey *et al.* (1999) y Skibo (1992). En nuestro país recientemente se han obtenido datos de referencia sobre guanaco y recursos fluviales como bagre, vizcachas y

Clase	Taxón	Muestra	$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$ Promedio	$\delta^{15}\text{N} \text{ ‰}$ Promedio	Referencias
Plantas $\text{C}_3$	<i>Arjona tuberosa</i> (macachín)	tubérculo	$-23,8 \pm 0,2$	-	Gómez Otero 2007
	<i>Prosopis alpataco</i> (alpataco)	semilla y vaina	$-26,5 \pm 0,2$	-	Gómez Otero 2007
	<i>Prosopis denudans</i> (algarrobito)	semilla y vaina	$-24,2 \pm 0,2$	-	Gómez Otero 2007
Plantas CAM	<i>Opuntia penicilligera</i> (cactus)	tallo	$-11,0 \pm 0,2$	-	Gómez Otero 2007
	<i>Opuntia sulphurea</i> (cactus)	tallo	$-11,7 \pm 0,2$	-	Gómez Otero 2007
Moluscos	<i>Trophon geversianus</i> (trofón)	tejido blando	$-13,7 \pm 0,1$	$14,4 \pm 0,2$	Forero et al. 2004
	<i>Buccinanops globulosum</i> (buchino)	tejido blando	$-12,5 \pm 0,4$	$16,9 \pm 0,5$	Forero et al. 2004
	<i>Patella</i> spp. (lapa)	tejido blando	$-12,9 \pm 1,5$	$13,7 \pm 1,9$	Forero et al. 2004
	<i>Mytilus edulis</i> (mejillón)	tejido blando	-13,4	12,3	Forero et al. 2004
Peces marinos	<i>Eleginops maclovinus</i> (róbalo)	tejido blando	-13,9		Ciancio et al. 2008
	<i>Odontesthes smitti</i> (pejerrey)	tejido blando	-13,0		Ciancio et al. 2008
	<i>Acanthistius brasiliensis</i> (mero)	Hueso tejido blando	-15,9 -19,9*	16,9	Gómez Otero 2007
Peces agua dulce	<i>Percichthys</i> spp. (perca)	Hueso	-23,17	8,19	Gómez Otero 2007
		tejido blando Tejido blando	-27,17* $-23,9 \pm 2,6$ $-19,9 \pm 1,3$	$11,2 \pm 1,0$ $9,5 \pm 0,6$	Arcagni et al. 2013
Aves marinas	<i>Spheniscus magellanicus</i> (pingüino)	hueso tejido blando	-14,8 -18,2	16,9	Gómez Otero 2007 Ciancio et al. 2008
	<i>Phalacrocorax</i> spp. (cormorán)	tejido blando	-16,3		Ciancio et al. 2008
Aves terrestres	<i>Pterocnemia pennata</i> (choique)	yema y albúmina	$-28,7 \pm 0,2$	7,1	Gómez Otero 2007 AIE 16619 (este trabajo)
Mamíferos terrestres	<i>Lama guanicoe</i> (guanaco)	Hueso tejido blando	-21,34 -25,34*	8,25	Gómez Otero 2007
	<i>Equus</i> (caballo europeo)	Hueso	$-20,3 \pm 0,2$	-	Gómez Otero 2007
	<i>Chaetophractus</i> (peludo)	Placa Tejido blando	$-21,4 \pm 0,2$ -25,4*	-	AIE -17547 (este trabajo)
Mamíferos agua dulce	<i>Myocastor coipo</i> (coipo)	Hueso tejido blando	-20,8 -24,8*	-	Gómez Otero 2007
Mamíferos marinos	<i>Otaria flavescens</i> (lobo marino)	hueso tejido blando	-12,65 -17,3	22,60 20,68	Gómez Otero 2007 Ciancio et al. 2008
	<i>Eubalaena australis</i> (ballena franca austral)	grasa tejido blando	$-21,6 \pm 0,2$ $-21,2 \pm 0,2$	-	AIE 17549 AIE 17550 (este trabajo)

\* Valores corregidos a músculo de acuerdo con Newsome et al. (2004).

**TABLA 1 • VALORES ISOTÓPICOS DE RECURSOS TERRESTRES, MARINOS Y FLUVIALES DEL ÁREA DE ESTUDIO (LOS DE RECURSOS ACTUALES FUERON ENRIQUECIDOS EN UNA PARTE POR MIL PARA CORREGIR EL EFECTO SUSS)**

coipo de la región pampeana (Frère et al. 2010). Sin embargo, la asociación entre los perfiles de AG de materiales arqueológicos y los recursos naturales es un ejercicio de interpretación complejo. A su vez, ciertas características del contexto de uso (por ejemplo el calentamiento), como algunas propias de los AG (oxidación e hidrólisis), y/o también particularidades

físico-químicas del ambiente de enterramiento pueden afectar y reducir las posibilidades de preservación (Malainey et al. 1999). Según los experimentos llevados a cabo por Malainey et al. (1999) con recursos del hemisferio norte, debido a los procesos de degradación térmica y oxidación, todos los recipientes utilizados en la cocción de alimentos presentaron altas con-

Sítios y muestras	Procedencia	Arqueofauna asociada	Estudios isotópicos	AG
Rincón Elizalde 3 (3)	Golfo San Matías Oeste	Moluscos, peces, guanaco, pequeños mamíferos, aves marinas.	--	X
San Román 1 (1)	Península Valdés	Moluscos, pinnípedos.	--	X
Bajo Norte 2 (1) (2)	Península Valdés	Moluscos, guanaco.	<sup>13</sup> C (1) (2) <sup>15</sup> N (1)	X (1)
El Progreso 2 (1) y (7)	Península Valdés	Moluscos, guanaco, pinnípedos, aves marinas, huevos de choique.	<sup>13</sup> C (7)	X (1)
La Azucena 2 (2)	Península Valdés G	Moluscos, guanaco, pinnípedos, aves marinas, huevos de choique.	<sup>13</sup> C	X
Las Ollas 1 (9)	Península Valdés	Moluscos, guanaco, aves marinas, huevos de choique.	<sup>13</sup> C	--
Cerro Avanzado (4)	Golfo Nuevo Sur	Moluscos, guanaco, pinnípedos, aves marinas.	--	X
Bahía Cracker 5 (5)	Golfo Nuevo Sur	Moluscos, guanaco, pinnípedos, peces, aves marinas,	<sup>13</sup> C	--
Bajo de los Huesos TP 9 (1)	Mar Atlántico	--	<sup>13</sup> C	--
Cinco Esquinas 1 S2	Valle Inferior Río Chubut	Peces, coipo, guanaco.	<sup>13</sup> C	X
Los Altares	Valle Medio Río Chubut	Sin datos	--	X

**TABLA 2 • DATOS DE PROCEDENCIA Y CONTEXTO DE LAS MUESTRAS Y ESTUDIOS REALIZADOS PARA CADA UNA.**

centraciones de ácido palmítico (Angrisan y Constenla 2010; Malainey 1999). Evershed *et al.* (2008) encuentran que los AGs insaturados se ven afectados por el proceso prolongado de cocción y que los principales compuestos producidos por la descomposición térmica de los mismos son compuestos cíclicos (ácidos alquil-fenil alcanóicos). También se ha comprobado que los ambientes húmedos propician la alteración microbiológica (Dudd *et al.* 1998; Evershed 2008). Dado que el área de estudio tiene clima árido, con una pluviosidad media anual de 180 mm y fuertes vientos, no cabría esperar una contaminación bacteriana importante. Por otra parte, la baja porosidad de las paredes cerámicas protege parcialmente a las biomoléculas de la degradación microbiológica (Evershed 2008).

A los efectos de explorar la relación entre aspectos tecnológicos y morfológicos y el tipo de alimentos supuestamente consumidos, para este estudio se seleccionaron frag-

mentos de ocho piezas cerámicas parcialmente ensambladas. Todos los fragmentos corresponden a segmentos del cuerpo de las vasijas porque es el sector que mayor y más asiduo contacto mantiene con los alimentos; se descartaron los bordes porque es improbable que las piezas hayan sido utilizadas en su capacidad máxima (Costa Angrizani y Constenla 2010). El protocolo de trabajo consistió en retirar aproximadamente 2 mm de material superficial en el sector del núcleo. En principio esta tarea permite descartar las sustancias superficiales que han estado más expuestas a problemas de preservación (por ejemplo oxidación), y también evitar la posibilidad de contaminación (Skibo 1992). Con guantes de látex y bisturí de acero descartable se extrajeron 4 gramos de cerámica en polvo por raspado. Previo al análisis cromatográfico las muestras fueron procesadas para la extracción de lípidos y la obtención de ésteres metílicos. El proceso de obtención de los perfiles de AG se realizó en tres etapas



que pueden ampliarse en Costa Angrizani y Constenla (2010). La determinación de AG se efectuó con un cromatógrafo gaseoso HP 4890 bajo las condiciones que se detallan a continuación: SP-2560 Capillary Column: 100 m x 0,25 mm x 0,2  $\mu$ m; programación de temperatura: 140° C-5min, de 140 a 240° C a 4° C/min, 240° C-15 min; gas carrier: H<sub>2</sub>, 18 cm/s; temperatura del inyector: 175° C; relación splits: 1/100; volumen de inyección: 1  $\mu$ L; detector: FID; temperatura del detector: 260° C. Este proceso técnico y la detección de los compuestos fueron realizados por Diana Constenla en el laboratorio del PLAPIQUI-CONICET (Bahía Blanca, Buenos Aires).

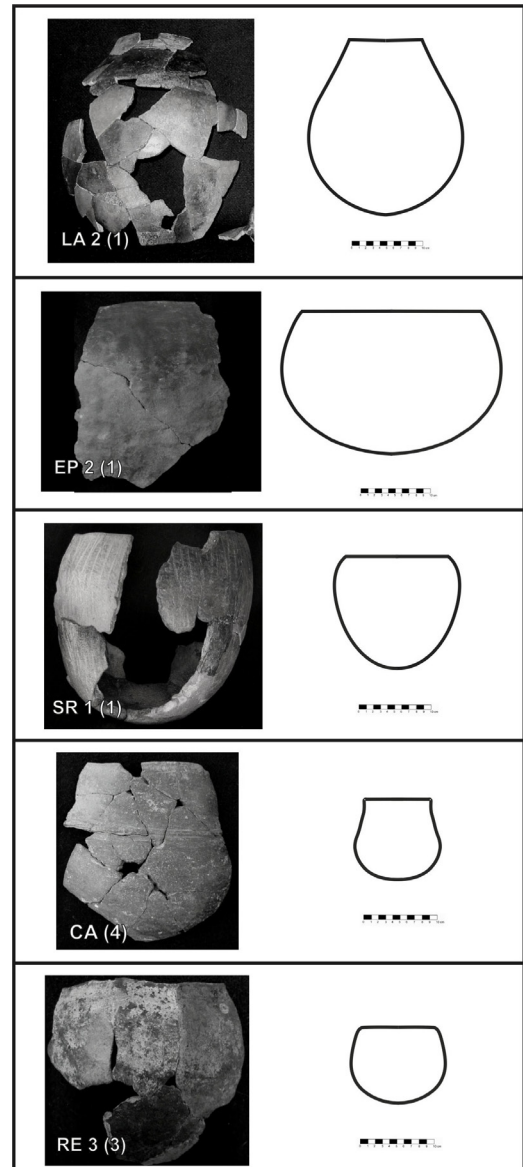
## DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS Y LAS MUESTRAS

Se analizaron muestras de once sitios del área de estudio (nueve de la costa y dos del VIRCH) y también una del sitio Los Altares (valle medio del Río Chubut) para fines comparativos (FIGURA 1; TABLA 2). Ambos tipos de análisis se aplicaron sólo en cuatro sitios: Bajo Norte 2, La Azucena 2, El Progreso 2 y Cinco Esquinas. En los dos primeros las muestras corresponden a la misma vasija; en los segundos a vasijas diferentes (TABLA 2). Todos los fragmentos fueron obtenidos de contextos de superficie, en ambientes de dunas de arena o arcilla, sin asociación clara con restos orgánicos, lo que impidió conocer su antigüedad directa. Por otra parte, ninguna muestra de adherencias resultó suficiente para ser datada por espectrometría de masas. No obstante, a los efectos de brindar un marco temporal a la información aquí presentada, se mencionan las dataciones radiocarbónicas obtenidas en los distintos sitios.

**RINCÓN DE ELIZALDE 3 (42°10'24,5" S - 64°54'03,3" O)**

Es uno de los cinco sitios de la localidad Rincón de Elizalde, que se extiende a lo largo de unos diez kilómetros sobre la costa oeste del golfo San Matías (FIGURA 1). Las edades

radiocarbónicas obtenidas de carbón vegetal indican que esta localidad fue ocupada entre 2220 $\pm$ 70 años <sup>14</sup>C AP y 470 $\pm$ 60 años <sup>14</sup>C AP (Gómez Otero 2006). Se estudió por cromatografía gaseosa el cuerpo de una pieza parcialmente ensamblada (FIGURA 2), cuya forma y el diámetro de boca de 10 cm permiten inferir su aptitud para la cocción de alimentos por ebullición (Schuster 2011).



**FIGURA 2 •** PIEZAS CERÁMICAS PARCIALMENTE RECONSTRUIDAS ANALIZADAS POR ISÓTOPOS ESTABLES Y/O CROMATOGRFÍA GASEOSA. REFERENCIAS: LA2 (LA AZUCENA 2), SR1 (SAN ROMÁN 1), EP2 (EL PROGRESO 2), RE3 (RINCÓN DE ELIZALDE 3) Y CA (CERRO AVANZADO).

**SAN ROMÁN 1 (42°14'32" S - 64°13'51" O)**

Este es el sitio de superficie más grande de la localidad arqueológica San Román -costa del golfo San José en Península Valdés (FIGURA 1)- donde se identificaron contextos de superficie y relictos de fogones y concheros, uno de ellos datado en  $1020 \pm 60$  años  $^{14}\text{C}$  AP (Gómez Otero 2006). Se realizaron análisis de cromatografía gaseosa al cuerpo de la única pieza parcialmente ensamblada (FIGURA 2) que presenta paredes gruesas relativamente homogéneas, borde levemente invertido, superficie externa decorada por “raspamiento” y diámetro de boca de 16 cm. Se infiere que fue apta para la cocción a fuego directo por ebullición o guisado, pero el borde invertido habría dificultado el volcado de líquidos o semi-sólidos (Schuster 2011).

**BAJO NORTE 2 (42°18'42,7" S - 63°40'19,9" O)**

Forma parte de la localidad homónima que se encuentra sobre la costa de mar abierto de Península Valdés, entre Punta Norte y el comienzo de la espiga norte de Caleta Valdés (FIGURA 1). Se estudiaron isotópicamente residuos adheridos correspondientes a dos vasijas y también se analizaron por cromatografía gaseosa AG absorbidos de una de estas piezas: BN2 (1). Por la ausencia de fragmentos diagnósticos no se pudo inferir morfología y/o funcionalidad de este conjunto (Schuster 2011).

**EL PROGRESO 2 (42°10'82,62" S - 64°04'84,2" O)**

Representa uno de los tres sitios de la localidad El Progreso, ubicada sobre la costa del golfo San Matías en Península Valdés (FIGURA 1). Esta localidad se caracteriza por la abundancia y variedad de sitios y materiales, entre ellos un enterratorio humano individual. Las dataciones obtenidas de dos concheros indican ocupaciones en  $2160 \pm 60$  años  $^{14}\text{C}$  AP y  $1940 \pm 60$  años  $^{14}\text{C}$  AP. Se analizó isotópicamente ( $\delta^{13}\text{C}$ ) material orgánico adherido a un tiesto aislado (EP 2-7) y también se estudió por cromatografía un fragmento de borde-

cuerpo de otra pieza (EP2-1), que presenta el diámetro de boca más grande de toda el área de estudio (26 cm) (FIGURA 2). Su superficie externa está “texturizada” a partir de la impresión de dedos sobre la pasta húmeda, lo que habría permitido una mejor prensión (Schuster 2011). La amplitud de la boca y su gran capacidad indican su aptitud para la cocción de alimentos por guisado o freído (Rice 1987).

**LA AZUCENA 2 (42°50'55,0" S - 64°09'62,3" O)**

Es un sitio de superficie muy extenso, que junto con un enterratorio doble (La Azucena 1) conforman la localidad arqueológica del mismo nombre, a cuatro kilómetros de la costa del golfo Nuevo en Península Valdés (Gómez Otero *et al.* 1999) (Figura 1). Se realizaron análisis isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y cromatografía gaseosa a segmentos del cuerpo de una pieza ovaloide con asa, borde directo levemente evertido, labio recto y 14-16 cm de diámetro de boca (FIGURA 2). Tanto la superficie externa como interna presentan buen acabado por pulido (Schuster 2011). De acuerdo con la baja porosidad de las paredes, la boca estrecha y la presencia de asa esta pieza habría sido apta para la contención y/o almacenamiento de líquidos; aunque el espesor delgado y uniforme de las paredes también habría propiciado la cocción de alimentos (Sassaman 1995).

**LAS OLLAS 1 (42°38'32,8" S - 64°05'41,4" O)**

Es uno de los siete sitios de la localidad arqueológica Punta Cormoranes, sobre la costa del golfo Nuevo en Península Valdés (FIGURA 1). Se constató la presencia de contextos arqueológicos de superficie y un nivel de fogón en estratigrafía datado en  $610 \pm 40$  años  $^{14}\text{C}$  AP y  $640 \pm 40$  años  $^{14}\text{C}$  AP (edades sin calibrar por Efecto Reservorio) a partir de muestras de valvas. El conjunto cerámico se destaca por formas abiertas, orificios pequeños (10 a 12 cm) y espesores regulares (entre 4 a 7 mm) (Schuster 2011). Estos rasgos indicarían vasijas aptas para preparar, servir y/o cocinar

alimentos, pero no para el almacenamiento (Rice 1987). Se realizó el análisis  $\delta^{13}\text{C}$  a un tiesto que no corresponde a ninguna pieza ensamblada

#### **CERRO AVANZADO (42°49'46" S - 64°53'23" O)**

Es una localidad asociada a una amplia bajada en la costa del golfo Nuevo Sur (FIGURA 1). En ese espacio se reconocieron dos sitios de superficie, varios relictos de conchero y un enterratorio primario individual. Se estudió por cromatografía un segmento del cuerpo de la vasija parcialmente reconstruida, de 11 cm de alto y 10 cm de diámetro de boca, perfil ovoide y superficie externa pulida y decorada por incisión (FIGURA 2). Dado su pequeño tamaño se infirió que habría sido usada para consumo individual (Schuster 2011).

#### **BAHÍA CRACKER 5 (42°56'57,2" S - 64°29'30,5" O)**

Es uno de los once sitios identificados en Bahía Cracker, una bajada litoral ubicada en la costa del Golfo Nuevo Sur (FIGURA 1). Se realizó el estudio isotópico de  $\delta^{13}\text{C}$  de un segmento de borde-cuerpo, con un diámetro de boca de 16 cm, cuya cara externa presenta un alisado "grueso", que habría facilitado la prensión de la pieza y la cocción de alimentos (Schuster 2011).

#### **BAJO DE LOS HUESOS - TP 9 (43°11'41,8" S - 64°51'41,7" O)**

La muestra corresponde a la novena estación de una transecta paralela a la costa de mar abierto al norte de la desembocadura del río Chubut, entre la laguna costera llamada Bajo de los Huesos y Barranca Norte (FIGURA 1). Se realizó el estudio isotópico de  $\delta^{13}\text{C}$  de restos orgánicos adheridos a una vasija parcialmente ensamblada que presenta la cara externa pulida, el borde ligeramente invertido y un diámetro de boca de aproximadamente 12 cm (Schuster 2011). De acuerdo con estas características tecno-morfológicas habría sido potencialmente apta para la cocción de alimentos (Rice 1987).

#### **CINCO ESQUINAS 1 - SECTOR 2 (43°15'9,4" S - 65°14'38,0" O)**

Sitio multifuncional localizado en el valle inferior del río Chubut, a unos 20 km del mar (Gómez Otero *et al.* 2010). Presenta materiales líticos, arqueofaunísticos, cerámicos y un enterratorio humano múltiple. Se destaca el predominio de restos de fauna dulceacuícola (peces y coipo). Los fragmentos cerámicos estudiados corresponden al muestreo de superficie del Sector 2. Su alto índice de fragmentación impidió inferir formas, técnica de manufactura y, por ende, la potencial funcionalidad del conjunto. Se realizaron estudios isotópicos de carbono 13 y análisis de AG a dos tiestos posiblemente pertenecientes a distintas vasijas.

#### **VIRCH -RAWSON**

Se trata de una muestra de fragmentos aportada por la familia Gallego Livigni de Trelew. Fueron hallados en el valle inferior del río Chubut, entre Trelew y Rawson, desconociéndose el lugar exacto. Se realizaron estudios de isótopos estables de carbono 13 y nitrógeno 15 (Gómez Otero 2006).

#### **LOS ALTARES**

Como se dijo al principio, a los fines comparativos se agregó a la discusión una muestra fuera del área de estudio: Los Altares, contexto de superficie ubicado cerca de la localidad homónima en el valle medio del río Chubut (Gómez Otero *et al.* 1996). El conjunto cerámico esta compuesto por dos vasijas parcialmente ensambladas que fueron recolectadas de manera asistemática por geólogos del CENPAT durante una campaña en 1990, por lo que no se dispone de coordenadas geográficas ni de datos contextuales. Se estudió por cromatografía gaseosa una de estas piezas que corresponde a una forma abierta, posiblemente una escudilla, que presenta la superficie interna y externa pulida (Schuster y Banegas 2010; Schuster *et al.* 2013). De acuerdo a las características tecno-morfológicas

es probable que esta pieza no haya sido empleada para la cocción de alimentos, ya que la gran amplitud de boca propicia una rápida evaporación de los líquidos y/o alimentos procesados. Por lo tanto, se infiere que se utilizó para la preparación y/o consumo.

# RESULTADOS

## ESTUDIOS ISOTÓPICOS

Los resultados indicaron variaciones inter-sitio en los valores isotópicos, los que se detallan a continuación.

*Bajo Norte 2 (1) y (2).* Los valores  $\delta^{13}\text{C}$  obtenidos para las dos vasijas son muy similares:  $\delta^{13}\text{C}$  -19,9 ‰, y -20,1 ‰ respectivamente (TABLA 3). De la comparación con la ecología isotópica del área (TABLA 2 y FIGURA 3) se infiere que los residuos corresponden mayoritariamente a animales terrestres, con una leve presencia de lípidos marinos (probablemente peces) a juzgar por el valor de  $^{15}\text{N}$  (17,5‰) de la pieza BN2-1. Estas son las muestras con mayor contenido de recursos marinos de todas las analizadas.

*El Progreso 2.* El valor ( $\delta^{13}\text{C}$  -21,3  $\pm$  0,2 ‰) (TABLA 3) indica predominio de fauna terrestre con posibles aportes de plantas  $\text{C}_3$  y de lípidos marinos (cf. TABLA 1 y FIGURA 3).

*La Azucena 2.* El valor ( $\delta^{13}\text{C}$  -26,1 ‰) (TABLA 3) señala consumo predominante de plantas del tipo  $\text{C}_3$  y/o de lípidos y proteínas terrestres (cf. TABLA 1 y FIGURA 3).

*Las Ollas 1.* El valor ( $\delta^{13}\text{C}$  -22,0  $\pm$  0,3 ‰) (TABLA 3) sugiere la presencia de animales terrestres y bajo porcentaje de plantas  $\text{C}_3$  y lípidos marinos (cf. TABLA 1 y FIGURA 3).

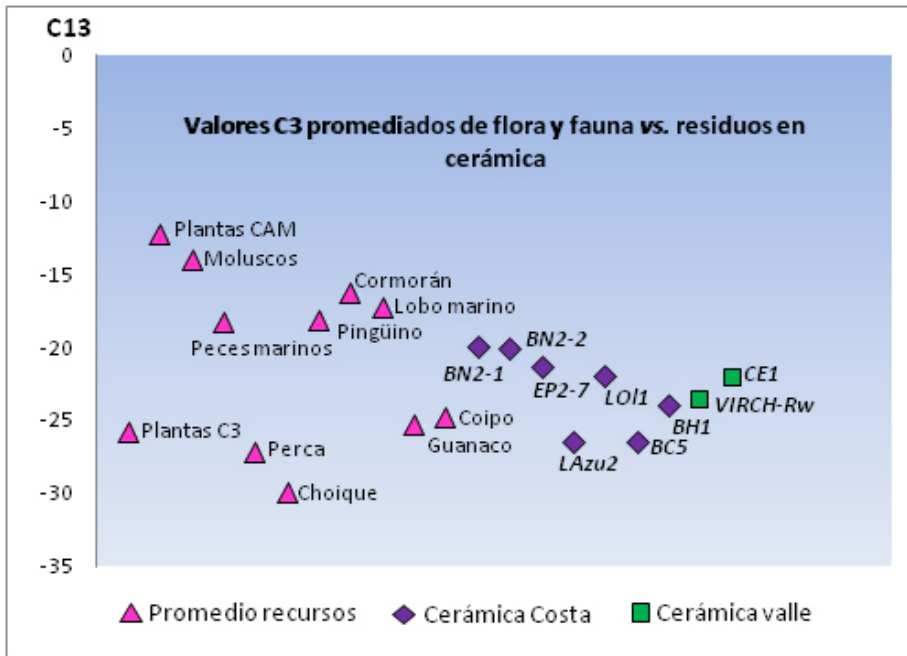
*Bahía Cracker 5.* El valor ( $\delta^{13}\text{C}$  -26, 4  $\pm$  0,2 ‰) (TABLA 3) indica consumo predominante de plantas  $\text{C}_3$  y/o de lípidos y proteínas terrestres (cf. TABLA 1 y FIGURA 3).

*Bajo de los Huesos.* El valor ( $\delta^{13}\text{C}$  -24 ‰) (TABLA 3) señala mezcla de plantas  $\text{C}_3$  y proteínas terrestres (cf. TABLA 1 y FIGURA 3).

*VIRCH-Rawson.* Los valores ( $\delta^{13}\text{C}$  -23,6 ‰ y  $\delta^{15}\text{N}$  9,2 ‰) (TABLA 3) señalan mezcla de plantas  $\text{C}_3$  con proteínas terrestres y dulceacuícolas en baja proporción (cf. TABLA 1 y FIGURA 3).

Sitios y Muestras	Procedencia	Valores $\delta^{13}\text{C}$ ‰	Valores $\delta^{15}\text{N}$ ‰	Referencias
Bajo Norte 2 (1)	Costa	-19,9 $\pm$ 0,2	17,5	AIE 17548/27730 (este trabajo)
Bajo Norte 2 (2)		-20,1 $\pm$ 0,2	-	AIE 17552/27731 (este trabajo)
El Progreso 2 (7)	Costa	-21,3 $\pm$ 0,2	-	AIE 14981 (este trabajo)
La Azucena 2 (2)	Costa	-26,4	-	Gómez Otero (2007)
Las Ollas 1 (9)	Costa	-22,0 $\pm$ 0,3	-	AIE 14980 (este trabajo)
Bahía Cracker 5 (5)	Costa	-26,4 $\pm$ 0,2	-	AIE 24412 (este trabajo)
Bajo de los Huesos (1)	Costa	-24,0 $\pm$ 0,2	-	AIE 24414 (este trabajo)
VIRCH-Rawson	VIRCH	-23,6	9,2	Gómez Otero (2007)
Cinco Esquinas 1 S2	VIRCH	-22,1 $\pm$ 0,2		AIE 24413 (este trabajo)

TABLA 3 • VALORES ISOTÓPICOS ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ) DE RESIDUOS EN RESTOS CERÁMICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO (GÓMEZ OTERO 2006, 2007).



**FIGURA 3 • VALORES ISOTÓPICOS DE RECURSOS MODERNOS (PLANTAS Y ANIMALES) Y DE RESIDUOS ADHERIDOS EN TIESTOS ARQUEOLÓGICOS DE LA COSTA Y EL VALLE DEL RÍO CHUBUT.**

*Cinco Esquinas 1.* El valor ( $\delta^{13}\text{C}$   $-22,1 \pm 0,2$  ‰) (TABLA 3) está levemente enriquecido en carbono respecto de la muestra VIRCH; por lo tanto se infiere predominio de proteínas terrestres, baja proporción de plantas  $\text{C}_3$  y un probable aporte de lípidos marinos (*cf.* TABLA 1 y FIGURA 3).

#### CROMATOGRAFÍA GASEOSA

Las muestras presentaron entre 15 y 20 clases distintas de AG saturados e insaturados, cuya presencia y proporción es variable según los sitios (TABLA 4). Esta diversidad estaría dando cuenta de una buena preservación de los residuos.

*Rincón de Elizalde 3.* Se determinó la presencia de 16 AG saturados e insaturados (TABLA 4). Entre estos se destacan los ácidos oleico (27%), palmítico (20,5%) y linoleico (16%). Los AG insaturados de cadena corta, así como la presencia de  $\text{C}_{18:3n6}$  y  $n3$  indicarían aportes de grasas vegetales (Malainey 1989), mientras que la relación  $\text{C}_{18:1} > \text{C}_{18:2}$  y la presencia de  $\text{C}_{22:0}$  seña-

lan grasas de mamíferos de origen terrestre (Fankhauser 1994; Rottländer 1990). No obstante, existen otros criterios basados en la identificación de residuos de patrones de descomposición que se generan durante la cocción, y que tienen en cuenta el porcentaje de grupos de AG (Buonasera 2005; Malainey *et al.* 1999) y patrones para residuos que no han sido sometidos a cocción (Buonasera 2005). De acuerdo al criterio de Malainey, esta relación indicaría la presencia de mamíferos marinos, mientras que si se considera que no hubo descomposición por calentamiento y se aplica el criterio de Marchbanks (1989) la relación entre los diferentes AG, indicaría la presencia de pescado marino.

*San Román 1.* Se determinó la presencia de 17 de AG, identificándose el ácido palmítico como el más abundante (35%); en cantidades importantes pero menores están el oleico (24%) y esteárico (13%), y en proporciones escasas el linoleico y el mirístico (TABLA 4). Se infirió el procesamiento de grasas vegetales y de origen marino. La presencia de AG insatu-



Ácidos Grasos	Nombre Vulgar	R.E 3 (3)	S.R 1 (1)	B.N 2 (1)	E.P 2 (1)	L.A 2 (2)	C.A (4)	C.E 1	L. ALT
C6:0	Caproico	-	-	-	-	0,14	-	-	0,42
C8:0	Caprílico	-	-	-	-	0,15	-	-	-
C10:0	Cáprico	1,32	0,33	-	0,38	0,14	0,26	-	0,84
C12:0	Láurico	1,85	0,49	0,29	0,44	0,25	0,46	1,21	1,06
C14:0	Mirístico	4,73	5,72	3,07	2,40	4,98	7,34	3,43	6,11
C14:1	Miristoleico	2,72	0,56	4,00	-	0,32	0,79	-	3,21
C15:0	Pentadecanoico	3,69	0,98	4,58	1,08	1,21	1,69	1,43	0,39
C15:1	Pentadecenoico	3,06	-	5,94	-	-	-	-	-
C16:0	Palmitico	20,53	34,66	21,18	20,65	38,63	42,04	21,80	22,27
C16:1	Palmitoleico	3,45	2,79	0,56	3,25	2,68	3,92	4,23	9,13
C17:0	Margárico	0,58	1,22	0,58	0,62	1,83	2,02	0,52	0,90
C17:1	Heptadecenoico	-	0,30	0,18	-	-	0,47	-	-
C18:0	Estearico	6,93	13,00	9,02	9,96	17,83	12,16	5,32	5,87
C18:1n9t	Eláídico	-	-	-	-	0,39	-	-	-
C18:1n9c	Oleico	27,28	23,98	23,09	35,44	17,63	17,42	32,87	24,29
C18:2n6t	Linolelaídico	-	-	-	-	-	0,45	-	-
C18:2n6c	Linoleico	15,73	6,45	13,25	17,16	5,03	3,94	21,08	12,84
C18:3n3	Alfa linolénico	5,41	0,51	3,94	5,28	1,73	1,38	6,88	3,80
C18:3n6	Gama linolénico	0,23	-	0,12	0,24	-	Trazas	0,24	Trazas
C20:0	Araquérico	0,29	0,20	0,53	0,52	0,32	0,31	0,28	0,49
C20:4n6	Araquidónico	-	-	-	-	0,05	-	-	-
C20:1	Gadoleico	-	2,29	-	0,34	0	-	0,21	-
C20:2	Eicosadienoico	-	0,87	-	0,58	0	-	-	-
C22:0	Behénico	0,22	0,12	0,47	0,43	0,16	0,14	0,12	0,33
C22:1	Erúcico	-	-	-	-	0,08	-	-	-
C24:0	Lignocérico	-	-	0,33	0,23	0,13	0,12	0,15	0,49

TABLA 4 • ÁCIDOS GRASOS IDENTIFICADOS EN LAS MUESTRAS ANALIZADAS POR CROMATOGRAFÍA GASEOSA. REFERENCIAS: RE 3 (RINCÓN DE ELIZALDE 3); SR 1 (SAN ROMÁN 1); BN 2 (BAJO NORTE 2); EP 2 (EL PROGRESO 2); LA 2 (LA AZUCENA 2), CA (CERRO AVANZADO), CET (CINCO ESQUINAS 1), L.ALT (LOS ALTARES).

rados de cadena corta a media (>20 C) indicaría grasas vegetales, y los valores de C22:1 señalan grasas de origen marino (Evershed 1999). De acuerdo con Malainey *et al.* (1999), Marchbanks (1989) y (Buonasera 2005), esta relación de AG indicaría la presencia de grasas procedentes de pescado

*Bajo Norte 2.* Se distinguió la presencia de 17 AG (TABLA 4), siendo el ácido oleico el más abundante (23%), al que siguen el palmítico (21%), el linoleico (13%) y el estearico (9%). Los AG insaturados de cadena corta a

media (menor que 20C), al igual que los ácidos C18:3n3 y C18:3n6 y la relación entre los AG indicarían la presencia de grasas vegetales (Buonasera 2005). No obstante, según Malainey *et al.* (1999), que analizan residuos luego de la cocción de alimentos, esta relación de AG señalaría grasas de pescado, plantas o maíz; aunque esta última posibilidad queda desechada porque en la zona no se desarrolló la agricultura. Por su parte, los estudios isotópicos de residuos adheridos correspondientes a la misma pieza -Bajo Norte 2 (1)- señalan mayoría de animales terrestres, con una leve

presencia de lípidos marinos. Cabe resaltar que esta localidad es en la actualidad un sitio de pesca deportiva, por lo tanto se podría estimar que los recursos marinos determinados en los isótopos correspondan a peces.

*El Progreso 2.* Se registraron 17 AG (TABLA 4). Se identificó el ácido oleico como el más abundante (35,44%), y en menores proporciones ácido palmítico (21%) y linoleico (17%). La relación entre los AG insaturados C18:1 y C18:2 así como la presencia de C18:3n6 y n3 indicarían el procesamiento de grasas vegetales (Malainey 1989), mientras que la representación de C22:0 y C24:0 señalaría un aporte de grasas animales de origen terrestre (Fankhauser 1994). Además, los valores de C20:1 darían cuenta de un aporte de grasas de origen marino, preferentemente de animales grasos (Evershed 1999). Análisis isotópicos de residuos adheridos a otra pieza cerámica del sitio indican mezcla de fauna terrestre con aportes de plantas C3 y muy leve presencia de lípidos marinos, que podrían derivar de pinnípedos. Es importante destacar el registro histórico de colonias de lobos marinos y los abundantes testimonios de su explotación en los sitios arqueológicos del golfo San Matías (Gómez Otero et al. 2002; Gómez Otero 2007).

*La Azucena 2.* Se observó la presencia de 20 compuestos de AG (TABLA 4). Se identificó ácido palmítico como el más abundante (39%), y en menores proporciones ácido esteárico (18%) y oleico (18%). Además se obtuvieron valores más escasos de ácido linoleico (5%) y mirístico (5%). El elevado valor de ácido palmítico (C16:0 > 35%) sugiere que la pieza fue utilizada para la cocción de alimentos. Los AG insaturados de cadena corta a media (<20C) indican grasas vegetales al igual que la presencia de C18:3n3. Además, la representación de C20:4n6 y C22:1, si bien en bajas proporciones, señala grasas de origen marino. De acuerdo al criterio de Malainey et al. (1999) para residuos de grasas alteradas por el proceso de cocción, la relación de AG sugiere grasas de pescado; para Buonasera (2005) indicaría presencia de pescado y/o

maíz. Estos resultados contrastan con los de los análisis isotópicos realizados a residuos adheridos de la misma pieza que indican predominio de plantas, lípidos y proteínas animales del tipo C<sub>3</sub>, es decir, un espectro más reducido de alimentos.

*Cerro Avanzado.* Se identificaron 18 componentes de AG (TABLA 4), destacándose la abundancia del ácido palmítico (42%), al que siguen el oleico (17%) y el esteárico (12%), y en baja proporción otros AG (C14:0; C16:1 y C18:2n6c). El registro de AG insaturados de cadena corta a media (menor que 20C) al igual que de C18:3n3 indican la presencia de grasas de origen vegetal, mientras que los valores de C22:0 y C24:0 señalan grasas de animales terrestres. Otro dato interesante derivado de estos estudios es el porcentaje de ácido palmítico -C16:0 < 35%- que indicaría la cocción de alimentos. De acuerdo al criterio propuesto por Malainey et al. (1999) para este tipo de residuos, esta relación de AG representaría grasas de pescado.

*Cinco Esquinas 1.* Se determinaron 15 AG (TABLA 4). El registro de C14:0 indica residuos de lácteos, lo que podría deberse a la descomposición de AG de cadena más larga. Por su parte, la presencia de C24:0 sugiere grasas de animales terrestres, mientras que la de AG insaturados de cadena corta a media (<20C) señala grasas de origen vegetal, al igual que los ácidos C18:3n3 y C18:3n6. Según el criterio de clasificación de Malainey et al. (1999) se trataría de animales terrestres; para Marchbanks (1989) -que analiza residuos no sometidos a descomposición por calentamiento- serían plantas (Buonasera 2005). Estos resultados coinciden con los estudios isotópicos de residuos adheridos a otra pieza que indican la presencia de plantas y proteínas C<sub>3</sub>, aunque también de lípidos marinos en muy baja proporción. Cabe resaltar que en ese sitio se hallaron restos de lapas y de meros (Gómez Otero et al. 2010).

*Los Altares.* Se identificaron 17 AG (TABLA 4). La presencia de AG insaturados de cadena

corta a media (<20C) sugiere grasas de origen vegetal, al igual que los ácidos C18:3n3 y C18:3n6 (TABLA 3). El registro de C22:0 y C24:0 indicaría grasas animales de origen terrestre. De acuerdo al criterio de Malainey *et al.* (1999) y Marchbanks (1989) la relación de AG señala grasas de pescado (Buonasera 2005).

## DISCUSIÓN

Todos los tiestos estudiados evidencian presencia de alimentos, lo que avala la interpretación de que la tecnología cerámica habría estado vinculada con actividades domésticas (Schuster 2011, Schuster y Gómez Otero 2009). Los estudios de isótopos estables de carbono 13 muestran que ninguno de los valores obtenidos de los residuos presenta enriquecimiento isotópico superior a -19,9‰ (TABLA 3), lo que estaría indicando que el aporte más importante provendría de plantas C<sub>3</sub> y/o de proteínas y lípidos de animales terrestres, probablemente guanaco a juzgar por su presencia predominante en los contextos arqueofaunísticos del área y su valor isotópico (Gómez Otero 2006; TABLA 1). Si bien la cantidad de muestras analizadas es baja, los promedios obtenidos de los dos ambientes son similares: -22,85‰; aunque resultan de valores diferentes: un rango alto de variación en los de la costa (de -26,4‰ a -19,9‰) y valores más parejos (-23,6 y -22,1‰) en el valle (TABLA 3). Entre todas las muestras de ambos ambientes se distinguieron tres situaciones: a) predominio de plantas C<sub>3</sub> y/o de lípidos y proteínas de base C<sub>3</sub> (La Azucena 2, Bahía Cracker 5, Bajo de los Huesos y VIRCH); b) mezcla de plantas C<sub>3</sub> y animales terrestres y probablemente también baja proporción de lípidos marinos (Las Ollas 1, El Progreso 2 y Cinco Esquinas 1), y c) mezcla de plantas C<sub>3</sub>, animales terrestres y recursos marinos (las dos muestras de Bajo Norte 2 y El Progreso 2). Las diferencias intersitio, en especial en la costa, podrían atribuirse a distintas causas: la mayor diversidad de alimentos, variaciones estacionales o situacionales en el consumo de

los mismos, elecciones del momento y quizás también distinta funcionalidad de los recipientes cerámicos utilizados (ver Morton y Schwarcz 2004: 510).

Por su parte, los análisis de cromatografía gaseosa indican la presencia de grasas vegetales en todas las muestras de ambos ambientes (seis de la costa y dos del valle), mezcladas con grasas de animales terrestres y marinos en proporciones variables. Así, se identificaron grasas de animales terrestres en las dos del valle y cuatro de la costa (R. Elizalde 3, Bajo Norte 2, El Progreso 2, Cerro Avanzado) y grasas marinas en cinco muestras costeras (R. Elizalde 3, San Román 1, Bajo Norte 2, El Progreso 2 y La Azucena 2). Por otra parte, si se consideran los criterios de Buonasera (2005), Malainey *et al.* (1999) y/o Marchbanks (1989), cinco muestras de la costa (R. Elizalde 3, San Román 1, Bajo Norte 2, La Azucena 2 y Cerro Avanzado) y la del valle medio podrían haber sido usadas para cocinar pescado. Sin embargo, como los autores mencionados trabajaron con muestras y recursos del hemisferio norte, hasta tanto no se realicen estudios actualísticos con recursos locales, estos datos serán tomados sólo como tendencias. Por último, llama la atención que en Cinco Esquinas 1 no se identificaron AG de pescado de agua dulce a pesar de que el taxón más representado fue el de los peces dulceacuícolas (percas) y en segundo lugar marinos (meros) (Gómez Otero *et al.* 2010).

Un aspecto a tener en cuenta es la presencia en todas las piezas de proporciones mínimas de ácidos grasos impares como C<sub>15:0</sub> y C<sub>17:0</sub>, que son biomarcadores de bacterias y/o también de rumiantes (Dudd *et al.* 1998). Si bien las condiciones de extrema aridez del ambiente de estudio, la matriz sedimentaria de los sitios arqueológicos (arena y limo-arcilla) y la baja porosidad de las pastas no serían propicias para una alta contaminación por bacterias, no habría que descartarlo. La alternativa de que esos ácidos grasos representen el consumo de guanaco parece muy viable por cuanto, además de ser rumiante,

es la presa más representada en los conjuntos arqueofaunísticos locales (Gómez Otero 2006). Por otra parte, los estudios isotópicos de adherencias indican la presencia de proteínas y lípidos de herbívoros consumidores de plantas  $C_3$ , al igual que otros ácidos grasos que señalan grasas de animales terrestres.

De los resultados de la aplicación de ambos tipos de estudio a una misma muestra (Bajo Norte 2 -1) y La Azucena 2, surgen algunas discordancias. En la primera los valores isotópicos señalan presencia de plantas  $C_3$ , proteínas terrestres y lípidos marinos (probablemente peces); sin embargo, la cromatografía gaseosa no indica grasas de animales terrestres. En la de La Azucena 2 los isótopos de carbono 13 muestran predominio de plantas  $C_3$ , mientras que los AG corresponden a plantas y grasas de origen marino (posiblemente pescado), aunque en bajo porcentaje. Quizás esta diferencia se deba a que los residuos adheridos estén reflejando el último o uno de los últimos eventos de cocción y/o consumo de alimentos, que por alguna razón no alcanzaron a ser suficientemente absorbidos por las paredes de la vasija.

Respecto de la posible vinculación entre los rasgos morfológicos y tecnológicos de las piezas cerámicas parcialmente reconstruidas (FIGURA 2) y el tipo de alimentos identificado mediante la cromatografía, no se observa ninguna tendencia. Esto sugiere que no hubo una selección de una determinada forma para procesar distintos alimentos, por lo que no es posible explicar las diferencias en la composición de los residuos por la distinta función de los recipientes cerámicos. De esta manera se refuerza la interpretación de Schuster (2011) de que las piezas habrían sido multifuncionales. De acuerdo con la morfología general, los datos obtenidos de los estudios isotópicos y cromatográficos y la recopilación etnográfica sobre métodos culinarios, la mayor parte de estos alimentos se habría procesado a través del hervido, guisado y/o frito, y también cabría la posibilidad de almacenamiento de grasas de peces grasos o de pinnípedos. La

información disponible sugiere que las vasijas habrían sido empleadas primordialmente para cocinar guisos o pucheros cuyos componentes principales fueron plantas y peces, y en menor medida carne y grasas de mamíferos terrestres (guanaco) o marinos (pinnípedos). La identificación de altos porcentajes de ácido palmítico ( $> 35\%$ ) en las muestras de San Román 1, La Azucena 2 y Cerro Avanzado indica que las piezas habrían sido sometidas a procesos de cocción prolongados (Malainey *et al.* 1999).

Los resultados de ambos estudios se contrastaron con los de análisis isotópicos de restos humanos del Holoceno tardío hallados en el área de estudio (Gómez Otero 2007), observándose discordancias y coincidencias. Los valores de la mayoría de los individuos humanos de la costa indican una proporción de recursos marinos en la dieta superior a la de las adherencias en cerámica, que muestran aprovechamiento de plantas y recursos terrestres:  $\delta^{13}C$  entre  $-11,8\text{‰}$  y  $-17,8\text{‰}$  (Promedio  $-15,4$ );  $\delta^{15}N$  entre  $12,3\text{‰}$  y  $18,9\text{‰}$  (promedio  $15,6\text{‰}$ ). Por su parte, en el caso del valle inferior los valores de los residuos y de los individuos humanos son similares, lo que indica que no aprovechaban regularmente los alimentos del mar.

También se compararon los datos cromatográficos con información obtenida fuera del área de estudio (región pampeana y Prov. de Neuquén), observándose que las muestras del litoral fluvial bonaerense son las más similares a las aquí presentadas dado que indican la presencia de AG de plantas (que podrían corresponder tanto a especies silvestres como cultivadas) y de peces (Pérez Meroni *et al.* 2010). Las del río Salado señalan predominio de herbívoros de tamaño mediano (coipo), posiblemente peces y sólo un caso de vegetales (González 2005; González y Frére 2002, 2009), mientras que el análisis de un tiesto del sitio Cañadón del Tordillo (cuenca del río Limay) aportó ácidos de esteroides no vinculados al consumo de vegetales sino relacionados con grasas animales (A. Cordero com pers. en Vitores 2010).

## CONCLUSIONES

Los estudios de isótopos de carbono 13 y nitrógeno 15 y de cromatografía gaseosa realizados en adherencias y residuos orgánicos de cerámicas procedentes de once sitios del área de estudio mostraron la siguiente tendencia: presencia de vegetales en todos ellos, seguidos de proteínas y grasas terrestres y en menor proporción proteínas y grasas marinas. Es probable que algunas de las grasas marinas correspondan a pescado. Respecto de la posible vinculación entre los rasgos morfológicos y tecnológicos de las piezas parcialmente reconstruidas y el tipo de alimentos identificados mediante la cromatografía y los análisis isotópicos, no se pudo comprobar ninguna asociación. Las vasijas cerámicas se habrían utilizado para procesar distintas clases de recursos mediante cocción por ebullición, frito o guisado.

La determinación de plantas en todas las muestras avala por el momento la hipótesis rectora de este trabajo que propone que en el área de estudio la cerámica habría sido adoptada como estrategia tecnológica para aprovechar más intensamente las plantas. Otras evidencias también la estarían apoyando. Entre ellas se pueden mencionar los análisis sobre salud bucal en cráneos del área de estudio y del valle inferior del río Chubut, que señalan un grado de desgaste dentario significativamente menor y aumento de caries en los individuos posteriores a 1000 AP en comparación con los anteriores (Gómez Otero y Novellino 2011). Esto podría deberse a la mayor ingesta de carbohidratos y de alimentos procesados a partir del último milenio, cuando la tecnología cerámica ya se había adoptado. Por su parte, los artefactos de mollienda registrados en la amplia mayoría de los sitios cerámicos (Gómez Otero 2006) serían indicadores indirectos de consumo de vegetales.

En cuanto a la probable presencia de grasas de pescado en cinco de las ocho muestras, contrasta con el exiguo registro de restos ícticos del Holoceno tardío en el área de estudio (Gómez Otero 2006), excepto Loma Grande y Cinco Esquinas 1 aquí tratados

(Gómez Otero *et al.* 2010). No obstante, es de destacar el hallazgo de pesas líticas e incluso un anzuelo de madera en diversos sitios de la costa (Gómez Otero 1996, 2006). Por lo tanto, cabe pensar que la escasez de ictiofauna podría estar mostrando problemas de preservación tanto por factores intrínsecos (densidad ósea, tamaño, etc.) como por procesos postdeposicionales que impactan sobre contextos de superficie.

Para terminar, si bien la muestra aquí tratada es escasa y los resultados deben ser tomados como tendencias preliminares, consideramos que significó un avance en el conocimiento de la alimentación de los antiguos pobladores del área en tiempos de uso de la cerámica. A partir de la interacción y discusión de diversos tipos de análisis -tecnomorfológicos, arqueofaunísticos, isotópicos, cromatográficos y bioarqueológicos- surgieron nuevas preguntas sobre las motivaciones y procesos relacionados con la implementación de esta tecnología. A los fines de profundizar en el tema se proyecta realizar nuevos estudios isotópicos y de AG de residuos orgánicos adheridos o absorbidos tanto en piezas arqueológicas como en experimentales, mediante la aplicación de estas y otras vías de análisis como, por ejemplo, la combinación GC-C-IRMS.

## AGRADECIMIENTOS

A Atilio Francisco Zangrando por sus oportunos comentarios y sugerencias, a Bobby Taylor (CENPAT-CONICET) por su enorme paciencia en la reconstrucción de las vasijas cerámicas y a David Galván y Ariadna Svoboda por la bibliografía. Por último, queremos agradecer la valiosa y minuciosa revisión de los evaluadores, la Dra. Marta Maier y el Dr. Augusto Tessone, que permitieron mejorar sustancialmente el trabajo. A este último un especial reconocimiento por el aporte bibliográfico y las ricas discusiones ante nuestras consultas. Este trabajo contó con fondos provenientes de los PIP-CONICET 6470 y 114010001100210 otorgados a Julieta Gómez Otero.



## REFERENCIAS CITADAS

- ARCAGNI M., L. M. CAMPBELL, M.A. ARRIBÉRE, K. KYSER, K. KLASSEN, R. CASAUX, M. L. MISERENDINO y S. RIBEIRO GUEVARA  
2013 Food web structure in a double-basin ultra-oligotrophic lake in Northwest Patagonia, Argentina, using carbon and nitrogen stable isotopes. *Limnologia* 4: 131-142
- BARNARD, H.; S.H. AMBROSE, D.E. BEEHR; M.D. FORSTER, R.E. LANEHART, M.E. MALAINEY, R.E. PARR, M. RIDER, C. SOLAZZO y R.M. YOHE II  
2007 Mixed results of seven methods for organic residue analysis applied to one vessel with the residue of a known foodstuff. *Journal of Archaeological Science* 34: 28-37.
- BEESKOW, A.M., H.F. DEL VALLE y C.M. ROSTAGNO  
1987 *Los sistemas fisiográficos de la región árida y semiárida de la provincia del Chubut*. Delegación Regional Patagonia, SECyT, Puerto Madryn.
- BOUZA P., J. GÓMEZ OTERO, R. TAYLOR, V. SCHUSTER y M. S. MELATINI  
2007 Tecnología de cerámicas arqueológicas en el nordeste de la provincia del Chubut. *Pacarina* (III): 447-452.
- BUONASERA, T.  
2005 Fatty acid analysis of prehistoric burned rocks: a case study from central California. *Journal of Archaeological Science* 36: 957-965.
- CIANCIO, J., M.A. PASCUAL, F. BOTTO, E. FRERE y O. IRIBARNE.  
2008 Trophic relationships of exotic anadromous salmonids in the southern Patagonian Shelf as inferred from stable isotopes. *Limnology and Oceanography* 53(2): 788-798.
- COSTA ANGRIZANI, R. y D. CONSTENLA  
2010 Sobre yapepós, ñaembés y cambuchís: aproximaciones a la funcionalidad de vasijas cerámicas a partir de la determinación de ácidos grasos residuales en tiestos recuperados en contextos arqueológicos en el sur de Brasil. En *Mamiil Mapu: pasado y presente desde la arqueología pampeana*, editado por M. Berón, L. Luna, M. Bonomo, C. Monalvo, C. Aranda y M. Carrera Aizpitarte, Tomo I, pp. 5-52. Editorial Libros del Espinillo. Ayacucho, Buenos Aires.
- CRAIG O. E., M. FORSTER, S. H. ANDERSEN, E. KOCH, P. CROMBÉ, N. J. MILNER, B. STERN, G. N. BAILEY y C. P. HERON  
2007 Molecular and isotopic demonstration of the processing of aquatic products in northern European prehistoric pottery. *Archaeometry* 49 (1): 135-152.
- DENIRO M.J. y C.A. HASTORF  
1985 Alteration of  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  and  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios of plant matter during the initial stages of diagenesis: Studies utilizing archaeological specimens from Perú. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 49: 97-115.
- DUDD, S.N., M. REGERT y R. P. EVERSHERD  
1998 Assessing microbial lipid contributions during laboratory degradations of fats and oils and pure triacylglycerols absorbed in ceramic potsherds. *Organic Geochemistry* 29: 1345-1354.
- EVERSHED, R.P.  
2008 Organic residue analysis in Archaeology: the archaeological biomarker revolution. *Archaeometry* 50 (6): 895-924
- EVERSHED R. P., M. S. COPLEY, L. DICKSON y F. A. HANSEL  
2008 Experimental evidence for the processing of marine animal products and other commodities containing polyunsaturated fatty acids in pottery vessels. *Archaeometry* 50 (1): 101-113.
- EVERSHED R.P., S.N. DUDD, M.S. COPLEY y A. MUTHERJEE  
2002 Identification of animal fats via compound specific  $\text{d}^{13}\text{C}$  values of individual fatty acids: assessments of results for reference fats and lipid extracts of archaeological pottery vessels. *Documenta Praehistorica* XXIX: 73-96.
- FANKHAUSER, B.  
1994 Protein and Lipid Analysis of Food Residues. En *Tropical Archaeobotany*,

- Applications and new developments*, editado por J.G. Hather, pp. 227-250. Routledge, Londres.
- FAVIER DUBOIS, C.M., F. BORELLA y R.H. TYKOT  
2009 Explorando tendencias temporales en el uso del espacio y los recursos marinos en el golfo San Matías (Río Negro). En *Arqueología de Patagonia: una mirada desde el último confin*, editado por M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y E. Mansur, Tomo 2, pp. 985-997. Editorial Utopías, Ushuaia.
- FERNANDEZ, J. y H.O. PANARELLO  
1988- Paleodietas y patrones de movilidad de  
1990 cazadores recolectores: su estimación en base a los isótopos estables del carbono. *Arqueología de los Pinares Cordilleranos del Neuquén. Anales de Arqueología y Etnología* 43-45: 599-611.
- FORERO M.G., G.R. BORTOLOTTI, K.A. HOBSON, J.A. DONAZAR, M. BERTELLOTTI y G. BLANCO  
2004 High trophic overlap within the seabird community of Argentinean Patagonia: a multiscale approach. *Journal of Animals Ecology* 73: 789-801.
- FRÈRE M. M., D. CONSTENLA, C. BAYÓN y M. I. GONZÁLEZ  
2010 Estudios actualísticos sobre recursos silvestres mediante el empleo de análisis químicos. En *Mamul Mapu: pasado y presente desde la arqueología pampeana*, editado por M. Berón, L. Luna, M. Bonomo, C. Monalvo C. Aranda y M. Carrera Aizpitarte, Tomo I, pp. 65-75. Editorial Libros del Espinillo. Ayacucho, Buenos Aires.
- GÓMEZ OTERO, J.  
2006 *Recursos, dieta y movilidad en la costa centro-septentrional de Patagonia durante el Holoceno medio y tardío*. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Ms.  
2007 Isótopos estables, dieta y uso del espacio en la costa atlántica centro-septentrional y el valle inferior del río Chubut (Patagonia Argentina). En *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos...y develando arcanos*, editado por F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamondes, pp. 151-161. Ediciones CEQUA. Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.
- GÓMEZ OTERO J., V. ALRIC y R., TAYLOR  
1996 Una nueva forma cerámica del Chubut: análisis mineralógicos y experiencias de reproducción. En *Arqueología, solo Patagonia*, editado por J. Gómez Otero, pp. 349-358. Centro Nacional Patagónico (CONICET), Puerto Madryn.
- GOMEZ OTERO, J., J.B. BELARDI, A. SUNICO y R. TAYLOR  
1999 Arqueología de cazadores-recolectores en Península Valdés, costa central de Patagonia: primeros resultados. En *Soplando en el Viento*, pp. 393-417. Universidad Nacional del Comahue, Neuquén.
- GÓMEZ OTERO J., E. J. MORENO y V. SCHUSTER  
2010 Ocupaciones tardías en el valle inferior del río Chubut: primeros resultados del sitio Cinco Esquinas. En *Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Revolución de Mayo*, editado por J. R. Bárcena y H. Chiavazza, Tomo V, pp. 1917-1922. Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo e INCIHUSA-CONICET, Mendoza.
- GÓMEZ OTERO, J. y P. NOVELLINO  
2011 Diet, Nutricional Status and Oral Health in Hunter-Gatherers from the Central-Northern coast of Patagonia and the Chubut River Valley, Argentina. *International Journal of Osteoarchaeology* 21: 643-659.
- GONZÁLEZ, M. I.  
2005 *Arqueología de alfareros, cazadores y pescadores pampeanos*. Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ DE BONAVERI, M. I. y M. M. FRÈRE  
2002 Explorando algunos usos prehispánicos de la alfarería Pampeana. En *Del mar a los salitrales. Diez mil años de historia pam-*

- peana en el umbral del tercer milenio*, editado por D. L. Mazzanti, M. A. Berón y F. W. Oliva, pp. 31-40. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- 2009 Talares y paisaje fluvial bonaerense: arqueología del río Salado. *Intersecciones* 10: 249-265.
- HART J. P., J. K. SCHULENBERG y G. R. URQUHART  
2007 Paleodietary implications from stable carbon isotope analysis of experimental cooking residues. *Journal of Archaeological Science* 34: 804-813.
- HASTORF C.A. y M.J. DENIRO  
1985 Reconstruction of prehistoric plant production and cooking practices by a new isotopic method. *Nature* 315: 489-491.
- HERON, C. y R.P. EVERSHERD  
1993 The Analyses of Organic Residues and the Study of Pottery Use. En *Archaeological Method and Theory*, editado por M.B. Schiffer. University of Arizona Press, Tucson.
- HOEFS, J. y M. SCHIDLOWSKI  
1967 Carbon isotope composition of carbonaceous matter from the Precambrian of the Wirwatersrand system. *Science* 155: 1096-1098.
- MALAINÉY, M. E., R. PRZYBYLSKI y B. L. SHERRIFF  
1999 The Effects of Thermal and Oxidative Degradation on the Fatty Acid Composition of Food Plants and Animals of Western Canada: Implications for the Identification of Archaeological Vessel Residues. *Journal of Archaeological Science* 26: 95-103.
- MARCHBANKS, M. L.  
1989 *Lipid analysis in archeology: an initial study of ceramics and subsistence at the George C. Davis Site*. M. A. Thesis, University of Texas at Austin.
- MARTÍNEZ, G., A.F. ZANGRANDO y L. PRATES  
2009 Isotopic Ecology and Human Paleodiets in the Coger Basin of the Colorado River (Buenos Aires Province, Argentina. *International Journal of Osteoarchaeology* 19 (2): 281-296.
- MENGHIN, O. F. A. y M. BÓRMIDA  
1955 *Arqueología de la costa Patagónica*. Ms.
- MORENO, E., A. F. ZANGRANDO, A. TESSONE, A. CASTRO y H. PANARELLO  
2011 Isótopos estables, fauna y tecnología en el estudio de los cazadores-recolectores de la costa norte de Santa Cruz. *Magallania* 39 (1): 265-276.
- MORTON, J.D. y H.P. SCHWARCZ  
2004 Palaeodietary implications from stable isotopic analysis of residues on prehistoric Ontario ceramics. *Journal of Archaeological Science* 31: 503-517.
- NEWSOME S.D., D.L. PHILLIPS, B.J. CULLETON, T.P. GUILDERSON y P.L. KOCH  
2004 Dietary reconstruction of an early to middle Holocene human population from the central California coast: insights from advanced stable isotope mixing models. *Journal of Archaeological Science* 31: 1101-1115.
- PALEO M.C. y M. PEREZ MERONI  
2005- Dimensión social de la tecnología cerámica  
2006 en sociedades cazadoras-recolectoras. *Revista Do Museu de Arqueología e Etnología* 15-16: 73-85.
- PANARELLO, H.  
1987 *Relaciones entre isótopos de elementos livianos para estudiar procesos ambientales y paleotemperaturas*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Ms.
- PÉREZ MERONI, M., M.C. PALEO, M.L. POCHETTINO y V.S. LEMA  
2010 Procesamiento y consumo de vegetales por grupos cazadores-recolectores del Holoceno tardío, en los partidos de Magdalena y Punta Indio, Provincia de Buenos Aires. En *Mamiñ Mapu: pasado y presente desde la arqueología pampeana*, editado por M. Berón, L. Luna, M. Bonomo, C. Monalvo C. Aranda y M. Carrera Aizpitarte, Tomo I, pp. 87-102. Editorial

- Libros del Espinillo. Ayacucho, Buenos Aires.
- RICE, P. M.  
1987 *Pottery analysis. A sourcebook*. University of Chicago Press, Chicago y London.
- RYE, O.  
1981 *Pottery Technology. Principles and Reconstruction*. Manuals on Archaeology 4. Washington, Taraxacum.
- ROTTLÄNDER, R. C. A.  
1990 Lipid Analysis in the Identification of Vessel Contents. *Research Papers in Science and Archaeology* 7: 37-40.
- SCHUSTER, V.  
2009 Petrografía de la cerámica arqueológica del nordeste del Chubut (Patagonia Argentina). Primeros resultados. En *La Arqueometría en Argentina y Latinoamérica*, editado por S. Bertolino, R. Cattáneo, A. D. Izeta, pp. 103-108. Ed. Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.  
2010 Diferentes técnicas para el mismo problema: el estudio tecnológico de un conjunto cerámico fragmentario (costa nordeste del Chubut, Patagonia Argentina). *Comechingonia Virtual* IV (1): 1-25.  
2011 *Organización de la tecnología cerámica en grupos cazadores recolectores de la costa centro-septentrional de Patagonia (Chubut, Argentina)*. Tesis Doctoral. Doctorado en Arqueología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Ms.
- SCHUSTER V. y J. GÓMEZ OTERO  
2009 Aportes al conocimiento de la tecnología cerámica en grupos cazadores-recolectores de la costa centro-septentrional de Patagonia. En *Tras la senda de los ancestros: Arqueología de Patagonia* (Formato CD). Ed. EDUCO, Universidad Nacional del Comahue. San Carlos de Bariloche, Río Negro.
- SCHUSTER V. y A. BANEAGAS  
2010 Rayos X en la cerámica arqueológica de Patagonia: primeras experiencias para la costa y meseta central del Chubut. En *Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Revolución de Mayo*, editado por J. R. Bárcena y H. Chiavazza, Tomo V, pp. 1987-1992. Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo e INCIHUSA-CONICET. Mendoza.
- SCHUSTER V., A. BANEAGAS y R. TAYLOR  
2013 Revelando imágenes... Rayos X en cerámicas arqueológicas y piezas experimentales. En *Tendencias teórico metodológicas y casos de estudio en la arqueología de Patagonia*, editado por A. F. Zangrando, R. Barberena, A. Gil, M. Giardina, L. Luna, C. Otaola, S. Paulides, L. Salgán y A. Tivoli, pp. 233-242.
- SHEPARD, A. O.  
1995 *Ceramics for the archaeologist*. Publication [1954] 609, Carnegie Institution of Washington.
- SKIBO, J. M.  
1992 *Pottery Function. A Use-alteration Perspective*. Plenum Press, New York and London.
- TESSONE, A., A.F. ZANGRANDO, G. BARRIENTOS, R. GOÑI, H. PANARELLO y M. CAGNONI  
2008 Stable Isotope Studies in the Salitroso Lake Basin (Southern Patagonia, Argentina): Assessing Diet of Late Holocene Hunter-gatherers. *International Journal of Osteoarchaeology* 19 (2): 297-308.
- VITORES M.  
2010 La alfarería del Cañadón del Tordillo (Provincia de Neuquén). En *Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Revolución de Mayo*, editado por J. R. Bárcena y H. Chiavazza, Tomo V, pp. 1999-2004. Mendoza.